

GLASS-COCKPIT: ANÁLISE DOS IMPACTOS DA MODERNIZAÇÃO DO T-27 NA INSTRUÇÃO DE VOO POR INSTRUMENTOS NO 1º ESQUADRÃO DE INSTRUÇÃO AÉREA (1º EIA)¹

GLASS-COCKPIT: ANALYSIS OF THE IMPACTS OF T-27'S MODERNIZATION ON INSTRUMENT FLIGHT TRAINING AT THE 1ST AIR INSTRUCTION SQUADRON (1ST EIA)

Pedro Latorre Moreira²
Felipe de Oliveira Sardinha³

RESUMO

A modernização da aeronave T-27, presente na instrução de voo na Academia da Força Aérea (AFA), é um grande avanço tecnológico, que deve ser utilizado de maneira eficiente por parte do 1º Esquadrão de Instrução Aérea. Neste contexto, o presente estudo trata a respeito da utilização do *glass cockpit* na instrução de voo por instrumentos para cadetes do quarto ano, de forma que sejam contornados possíveis óbices e exploradas as vantagens da capacidade de emprego da aeronave modernizada. Para tanto, o estudo visa comparar as capacidades de voo IFR (Regras de Voo por Instrumentos) da aeronave T-27M em relação a sua versão analógica. Serão ainda identificadas as possíveis dificuldades por parte dos cadetes em relação ao aprendizado e aplicação de procedimentos IFR compatíveis com as novas capacidades da aeronave por meio da utilização do *glass-cockpit*, situação essa já presente na aviação geral. Realizou-se, então, uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada, com enfoque em revisão bibliográfica e documental, analisando os resultados obtidos na aplicação de aviônicos modernizados na instrução de voo em outras instituições. A partir disso, foi feita uma nova análise, a fim de verificar tal aplicação no contexto militar, através de documentos que balizam a instrução de voo na AFA. Assim, este estudo busca a identificação das principais mudanças e como explorá-las de modo a melhorar a formação dos cadetes aviadores da Força Aérea Brasileira.

Palavras-chave: *Glass cockpit*; T-27M Tucano; Instrução de voo; Voo por instrumento.

¹ Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores (CFOAv) da Academia da Força Aérea (AFA).

² Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Árion, 2021).

³ Graduação em ciências aeronáuticas pela Academia da Força Aérea (2014), Especialista em Coaching e Gestão de Pessoas pela universidade UniLasalle (2019).

ABSTRACT

The modernization of the T-27 airplane, which is present in flight training at the Brazilian Air Force Academy, represents a significant technological advancement that should be efficiently utilized by the 1st Air Instruction Squadron. Within this context, the present study addresses the use of glass-cockpit in instrument flight training for fourth-year cadets, aiming to overcome potential obstacles and explore the advantages of employing the modernized aircraft. To achieve this, the study aims to compare the IFR (Instrument Flight Rules) capabilities of the T-27M and its analog version. Furthermore, it will identify potential difficulties faced by cadets regarding the learning and application of IFR procedures compatible with the new capabilities of the aircraft through the use of the glass-cockpit, a situation already present in general aviation. A qualitative applied research was conducted, focusing on literature and documentary review, analyzing the results obtained from the implementation of modernized avionics in flight training in other institutions. Subsequently, a new analysis was carried out to assess such implementation in the military context, based on documents that guide flight instruction at the Brazilian Air Force Academy (AFA). Thus, this study seeks to identify the main changes and how to exploit them in order to enhance the training of Brazilian Air Force aviator cadets.

Keywords: *Glass cockpit*; T-27M Tucano; Flight Instruction; Instrument flying.

INTRODUÇÃO

A instrução aérea no Brasil teve como berço o *Aero Club Brasileiro*, fundado em 1911, onde hoje encontra-se o Campo dos Afonsos, no Rio de Janeiro, fato que colocou o país na vanguarda da aviação mundial à época. Com isso, a cultura de treinamento de pilotos começou a tomar espaço significativo no cenário nacional, acontecimento que foi amplificado ainda mais na década de 40, com campanhas do então Ministro da Aeronáutica, Joaquim Pedro Salgado Filho em prol da popularização do assunto, tornando os jovens da sociedade passíveis de engajamento no militarismo como aviadores (Fay e Fontes, 2017).

Com o advento de novos auxílios à navegação e instrumentos de voo mais complexos e precisos, nas décadas seguintes, a instrução aérea como um todo também teve de se adequar à moderna realidade, visando não só uma operação mais eficiente dos meios aéreos, mas também melhores índices no tocante à segurança de voo. A expansão comercial da aviação no Brasil, tendo em vista suas proporções continentais, aumentou ainda mais a necessidade de padronização na navegação aérea e de procedimentos IFR (do inglês, *Instrument Flight Rules*), ressignificando, assim, o conceito de treinamento básico às tripulações.

Na atualidade, ainda são homologados rotineiramente procedimentos mais sofisticados, utilizando os já conhecidos radiofaróis balizadores instalados no solo, como o VOR (do inglês, *Very High Frequency Omnidirectional Range*) e o ILS (do inglês, *Instrument Landing System*). O segundo, com seu surgimento após a Segunda Guerra Mundial, (Johnston J, 1998) possibilitou a introdução de rotas mais complexas e sob condições meteorológicas deterioradas.

Também foram introduzidos os modernos e mais precisos sistemas que utilizam GNSS (do inglês, *Global Navigation Satellite System*), como o RNAV (do inglês, *Area Navigation*), por exemplo. No entanto, para o emprego de tais sistemas são necessárias aeronaves com capacidades compatíveis, fazendo-se necessária a constante modernização da aviação embarcada e capacitação operacional dos operadores (Helfrick, 2002).

Trazendo a instrução de voo para o contexto militar, há a Academia da Força Aérea (AFA), organização militar de ensino superior da Força Aérea Brasileira (FAB), que tem como uma de suas atribuições a formação de Oficiais Aviadores, Intendentes e de Infantaria da Aeronáutica.

O Cadete da AFA, no caso dos futuros Oficiais Aviadores, devem cumprir com os requisitos previstos no Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO) para a formação de piloto militar, a fim de atingir um elevado nível de exigência para que os níveis mínimos sejam atingidos de forma eficiente. Isso posto, a instituição busca otimizar sua instrução para minimizar a taxa de atrito dos alunos inseridos no processo.

Visando a otimização na formação dos futuros oficiais aviadores, a AFA conta com o 2º Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), que utiliza, atualmente, a aeronave Neiva T-25 Universal na instrução primária para cadetes no segundo ano e também a básica para os cadetes do quarto ano que não atingem os parâmetros antropométricos para o voo na aeronave T-27M. E com o 1º EIA, que opera a aeronave Embraer T-27M Tucano, na instrução básica para cadetes do quarto ano, curso que contempla, entre outras, as fases de voo por instrumentos e navegação (Brasil, 2023).

No ano de 1980 foi feito o voo inaugural do EMB 312, conhecido como T-27 Tucano, fabricado pela EMBRAER, já visando sua implementação na instrução aérea na AFA, o que ocorreu em 1985, com a primeira turma de Cadetes a receber instrução na aeronave. Desde então, foi amplamente utilizada no cumprimento de diversas missões, tendo como seu principal operador o 1º EIA. É considerada referência mundial na categoria de aeronave de

instrução avançada, devido a sua alta performance de voo e manobrabilidade, mostrando elevada versatilidade de emprego (Flores Jr, 2015).

No entanto, com a constante evolução tecnológica no setor aeroespacial e consequente surgimento de novos procedimentos, viu-se a necessidade de modernizar, tanto os sistemas da aeronave, quanto o cronograma previsto para a instrução dos futuros oficiais aviadores. Com isso, surgiu o projeto do T-27M, que visa suplantiar as obsolescências do painel analógico de sua versão anterior, através da implementação do *glass-cockpit*, mudando não só a forma em que as informações são apresentadas à tripulação, mas também possibilitando sua introdução ao conceito de PBN (do inglês, *Performance Based Navigation*), nas categorias de RNAV e de RNP (do inglês, *Required Navigation Performance*).

Essas últimas foram introduzidos no Brasil em 2013 através da AIC (do inglês *Aeronautical Information Circular*) N 24/13, pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em adição ainda ao ADS-B (do inglês, *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*), sistema de transmissão de dados entre aeronaves e o controle, tendo em vista a modernização também do gerenciamento do tráfego aéreo (ATM) (Ministério da Defesa, 2022).

Com a homologação dos primeiros exemplares do T-27M, ao final de 2021, iniciou-se sua implementação no 1º EIA, já no ano seguinte. Vale ressaltar que tal efetivação é diretamente relacionada ao emprego do aviador após sua formação, considerando o fato de que as aeronaves operadas pela FAB, em sua maioria, dispõem de sistemas modernos e compatíveis com o voo IFR da atualidade, de modo que a transição à aeronave modernizada permita que a AFA forme pilotos com melhor preparo teórico e prático no quesito, sem contar o grande ganho à segurança de voo, devido à maior consciência situacional provida à tripulação por parte do *glass-cockpit*.

A mudança do sistema em uso por mais de trinta anos na instrução aérea implica não só na necessidade de revisar os procedimentos previstos e técnicas de instrução empregadas por parte da doutrina do Esquadrão, mas também nos critérios de avaliação e na curva de aprendizagem dos instruídos.

Deve-se ter em vista possíveis alterações no desempenho do cadete com pouca experiência progressiva na atividade aérea exposto ao diferente modo com que as informações são apresentadas no painel da aeronave, principalmente nas fases do curso protagonizadas

pelo voo IFR, tendo como exemplo as de VI (Voo por Instrumento) Básico, VI Avançado e Navegação, previstas no PIMO.

O presente trabalho visa observar aspectos positivos e negativos para os instrutores (INs) e Cadetes, através da discussão relativa à implantação do T-27M na formação de oficiais aviadores e seus efeitos sobre as técnicas de instrução e aprendizagem, analisando os pontos positivos e negativos da mudança.

O foco da pesquisa é o equipamento modernizado e sua introdução a pilotos inexperientes, em detrimento da antiga configuração analógica da aeronave, e seus efeitos nas fases de VI Básico e Avançado. Através da análise do desempenho na execução de procedimentos IFR por parte dos instruídos, objetiva-se apontar margens para contorno de possíveis óbices e pontos positivos do salto tecnológico no cenário da AFA.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos trazidos pela implementação do *glass-cockpit* na instrução aérea da AFA, com enfoque na instrução de voo por instrumentos para cadetes do 4º ano do CFOAv, respondendo assim ao seguinte questionamento: **Como a implementação do *glass-cockpit* impacta o desempenho dos Cadetes na realização e aprendizado do voo IFR durante a fase de VI do curso básico do 1º EIA?**

Em adição, no que se refere aos objetivos específicos, esta pesquisa direciona-se em comparar as capacidades de aplicação do voo IFR da aeronave T-27M em relação a sua versão analógica no contexto da instrução aérea no 1º EIA. Busca também identificar as possíveis dificuldades por parte dos cadetes em relação ao aprendizado de procedimentos IFR atualizados, considerando a utilização do *glass-cockpit*. E, por fim, comparar os resultados obtidos pelos cadetes na fase de voo por instrumentos nos anos que antecederam a modernização do T-27 com aqueles obtidos pelas turmas que empregaram a nova versão.

Tal abordagem justifica-se pelo fato de que a AFA tem como objetivo entregar às fileiras do oficialato aviadores aptos não só à pilotagem básica, mas também capazes de empregar aviônicos modernos de forma eficiente, visto a constante evolução dos meios de Poder Aeroespacial da Força.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 REGRAS DE VOO POR INSTRUMENTO (IFR)

Desde o advento da atividade aérea, no início do século 20, com Alberto Santos-Dumont performando seu primeiro voo no renomado 14-Bis, em 23 de outubro de 1906, o setor aeroespacial segue evoluindo constantemente. Na Primeira Grande Guerra, viu-se a imensa utilidade da aviação como instrumento bélico, o que aumentou significativamente o investimento na produção e desenvolvimento tecnológico na indústria aeronáutica (A. Napoleão, 1957).

Nos anos 20, com a popularização dos voos comerciais, ficou perceptível que o mau tempo e demais intempéries poderiam representar ameaças críticas à operação aérea, visto a dependência de referências visuais para a pilotagem à época. Portanto, as navegações de longa distância eram difíceis de planejar e executar com segurança e precisão, tendo em vista a impossibilidade de contar com o tempo favorável em todo o percurso.

Este fato preocupou o Exército dos Estados Unidos, que já raciocinava com a impossibilidade de emprego do vetor aéreo mediante mau tempo, o que seria extremamente prejudicial em um conflito. Com isso, iniciou-se uma pesquisa no que ficou conhecido como “*blind flight*”, buscando contornar essas dificuldades (Helfrick, 2002).

O estudo apontou, então, que são necessários três sistemas funcionais para que se possa operar em situações de “voo cego”. Primeiro, faz-se necessário um sistema de altimetria eficiente, com um indicador preciso, diferente dos já existentes na época, que possuíam considerável margem de erro, com o fim de evitar obstruções no terreno e aumentar a precisão das aproximações. O segundo requisito seria um meio do operador situar-se em relação ao horizonte em situações de visibilidade degradada, dando origem ao instrumento giroscópico conhecido como horizonte-artificial. Sendo os dois artifícios citados no parágrafo amplamente empregados até os dias atuais (Helfrick, 2002).

O terceiro e, possivelmente, mais complexo problema a ser solucionado era relativo ao direcionamento do voo sem a visualização do chão, principalmente em fases críticas, como a aproximação para pouso, por exemplo. Para tal, chegou-se à solução através da utilização de ondas de rádio, tecnologia já conhecida na época. Consistia na emissão e recepção de feixes de rádio, que eram interpretadas e seguidas pelo piloto, balizando o direcionamento da aeronave, nascendo assim a radionavegação. O conjunto desses três sistemas significou o prelúdio do que hoje é conhecido como voo por instrumentos (Helfrick, 2002).

Com a evolução da tecnologia aplicada na utilização do rádio como balizador de navegação, nas décadas seguintes, surgiram novos sistemas, cada vez mais precisos e

eficientes. Um exemplo disso é o NDB (do inglês, *Non Directional Beacon*) que transmite ondas contínuas em baixa e média frequência, recebidas por uma antena direcional na aeronave, que indica ao piloto a direção do emissor, instalado no solo.

Posteriormente, foi implementado um sistema mais avançado, o VOR (do inglês, *Very High Frequency Omni-Range*), que como o anterior, utiliza ondas de rádio, no entanto, com maior precisão. Ainda no tocante à radionavegação, nos dias atuais, além dos dois sistemas previamente citados, também é amplamente utilizado o ILS (do inglês, *Instrument Landing System*), que tem a finalidade de guiar as aeronaves lateral e verticalmente, na fase de aproximação final.

Nos anos 2000, foi introduzido e popularizado outro método de navegação, este utilizando o GNSS. Tal sistema é conhecido como PBN (do inglês, *Performance Based Navigation*), divididos entre RNAV, acrônimo de Navegação de Área em inglês, e RNP (Performance de Navegação Requerida). O PBN significou melhorias expressivas no setor da navegação aérea e do voo por instrumentos em termos de capacidade, eficiência operacional e segurança de voo (Brasil, 2016).

Com isso, temos o panorama geral dos sistemas mais utilizados nos procedimentos IFR da atualidade, populares por todo o globo. São fundamentais para uma operação segura e eficaz, normalizando o voo em situações de meteorologia adversa e otimizando toda a atividade aérea civil e militar. A utilização destes procedimentos, bem como outras padronizações e normas para o voo por instrumentos, são previstas em diversas legislações confeccionadas pela ICAO (do inglês, *International Civil Aviation Organization*), determinando assim as Regras de Voo por Instrumento.

1.2 GLASS-COCKPIT

A evolução tecnológica no setor aeroespacial e, conseqüentemente, no voo IFR, não se deteve nos procedimentos e sistemas de navegação, mas também na forma com que as indicações são apresentadas no painel da aeronave. De acordo com o estudo “*Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft*”, publicado pela *National Transportation Safety Board* (NTSB) em 2010, nos anos 70 começaram a emergir novas tecnologias no ramo da eletrônica que, aplicadas na aviação, fizeram os especialistas vislumbrarem um futuro promissor das cabines de pilotagem .

Contudo, o conceito de *glass cockpit* não era de aplicação ostensiva à época, tendo em vista a falta de confiabilidade na inovação tecnológica e, principalmente, a inexistência de integração entre os novos sistemas, o que fez a utilização de instrumentos analógicos perdurar por um período maior. Anos depois, na década de 90, o advento de novas empresas de tecnologia no setor privado proporcionou a implementação de painéis digitais, antes exclusivos de projetos militares, na aviação civil. Não tardou muito para que as “cabines de vidro” compusessem grande maioria da frota na aviação comercial. Com essa modernização geral, veio uma operação mais econômica, segura e eficiente por parte das companhias aéreas (NTSB, 2010).

Em paralelo, as empresas da aviação geral observavam as grandes evoluções, ora exclusivas de aeronaves comerciais e executivas, e buscavam meios de se adequarem à inovação. A chegada de tecnologias inovadoras em condições acessíveis ao mercado, por empresas como a norte-americana Garmin, por exemplo, possibilitou a implementação de painéis com tecnologia de ponta em aeronaves de pequeno e médio porte. Com sistemas como o SVT, (do inglês, *Synthetic Vision Technology*), a aviação geral introduziu pilotos iniciados às TAAs (do inglês, *Technically Advanced Aircraft*), preparando-os para o voo IFR em sistemas mais complexos já no início de seu treinamento (NTSB, 2010).

A utilização do *glass cockpit* possibilita diversos avanços em termos de operação, em termos de capacidade operacional, bem como de segurança de voo, devido ao grande aumento na consciência situacional do piloto. Porém, deve se atentar para sua correta utilização, demandando preparo teórico por parte dos pilotos para se adequarem às novas tecnologias. Também é responsabilidade das autoridades aeronáuticas atualizarem-se, para que seja feita uma fiscalização eficaz no que tange ao emprego e à instrução (NTSB, 2010).

Assim, é possível identificar os avanços que a aplicação do *glass cockpit* trouxe para a aviação, não só a civil como a militar. Apesar dos percalços iniciais por conta da implementação deste tipo de equipamento, é evidente a progressiva substituição dos equipamentos analógicos pelas modernas telas.

Com informações mais precisas e melhores distribuídas perante o piloto, as aeronaves que dispõem desta nova tecnologia aumentam a consciência situacional da tripulação através de recursos como o SVT, aumentando também a segurança operacional. No entanto, para atingir este fim, é importante que os operadores tenham pleno conhecimento de seu funcionamento e possam realizá-lo com eficiência nas aeronaves.

Para que seja possível tal preparo, constatou-se então a necessidade da introdução dos novos conceitos e tecnologias já no início da formação dos novos pilotos. Segundo Catherine E. Smith (2008), a utilização de aeronaves com aviônicos digitais já se faz presente na maioria dos aeroclubes e escolas de aviação nos Estados Unidos. Porém a implementação dessa tecnologia não é simples, devendo haver uma adequação dos métodos de instrução.

A autora diz ainda que, mediante correta aplicação, a instrução em aeronaves tecnologicamente avançadas gera resultados positivos no quesito aprendizado e posterior emprego. Por fim, versa também sobre a melhora que o modo como as informações são dispostas ao piloto torna o fator humano mais confiável, corroborando para a evolução do cenário aeronáutico, tanto no que tange à segurança quanto à eficiência.

1.3 1º ESQUADRÃO DE INSTRUÇÃO AÉREA (1º EIA)

A Academia da Força Aérea (AFA) tem sua origem na Escola de Aeronáutica, criada pelo Decreto-Lei nº 3.142, de 21 de março de 1941. Em 10 de julho de 1969, pelo decreto nº 64.800, recebeu sua nomenclatura atual e, desde então, é responsável por formar oficiais da Aeronáutica dos quadros de Oficiais Aviadores, Intendentes e de Infantaria da Aeronáutica. O ingresso na instituição de ensino superior da Força Aérea Brasileira (FAB) se dá por meio de concurso público (Brasil, 2023).

No CFOAv (Curso de Formação de Oficiais Aviadores), são ministradas, no decorrer de seus 4 anos, instruções teóricas e práticas com o fim de preparar o cadete para a carreira operacional nas organizações militares do âmbito do COMAER (Comando da Aeronáutica). Para tal, deve-se cumprir os requisitos especificados no PPOA (Perfil Profissional dos Oficiais da Aeronáutica), neste caso, o que é tocante ao oficial aviador. Operacionalmente, na AFA, a instrução aérea alinha-se a tais requisitos através do PIMO (Programa de Instrução e Manutenção Operacional da AFA), que é empregado nos esquadrões de instrução aérea. (Brasil, 2023).

No segundo ano de curso, os cadetes aviadores participam das instruções no 2º Esquadrão de Instrução Aérea (EIA), que utiliza a aeronave Neiva T-25 Universal para a instrução primária. Neste, são ensinados os fundamentos básicos do voo militar, preparando os alunos para a instrução básica no EMBRAER T-27M Tucano, no último ano da formação por parte do 1º EIA.

Para os cadetes do quarto ano, são ministradas instruções com o intuito de preparar os futuros oficiais para a operação nos esquadrões operacionais da FAB. Para isso, o curso conta com diversas fases, dentre elas a de VI (Voo por Instrumentos) Básico, VI Avançado e Navegação, onde os pilotos são apresentados aos procedimentos IFR utilizados na atualidade. A fase de VI Avançado contempla procedimentos como VOR, Arco DME (do inglês, *Distance Measuring Equipment*), ILS e os recentemente implantados RNP (BRASIL, 2023).

Segundo Flores Jr, durante mais de trinta anos, utilizou-se a aeronave T-27 Tucano, da década de 80, na instrução do 1º EIA. Com a atualização da navegação aérea e do voo por instrumentos como um todo, a AFA viu a necessidade de agir contra a obsolescência dos sistemas analógicos da renomada aeronave. Foi então que surgiu a iniciativa do projeto T-27M, versão modernizada, munida de sistemas modernos, dentre eles o GTN650Xi, GI 275 e o GDU 1060, todos fabricados pela Garmin (BRASIL, 2022). Também foi implementado o ADS-B (do inglês, *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*), sistema que transmite dados entre as aeronaves e o controle, modernizando o controle de tráfego aéreo (Brasil, 2022).

A partir de 2022, o T-27M foi plenamente empregado na instrução aérea do 1º EIA, tornando-se um marco na história do esquadrão e da AFA. A partir deste, a instituição se vê novamente na vanguarda da instrução de voo, contemplando um curso mais completo e com maior capacidade operacional, tanto por parte dos cadetes, quanto dos instrutores. Estes que, em conjunto com o PAMA-LS (Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa), remodelaram os manuais e procedimentos a serem empregados pelos operadores da aeronave (Brasil, 2022).



Figura 1 Painel analógico da versão convencional do T-27

Fonte: Aula ministrada pelo Cap Av Conte aos Cadetes do terceiro ano da AFA (2022), durante o Estágio Preparatório para Instrução Básica.



Figura 2 Painel modernizado do T-27M

Fonte: Aula ministrada pelo Cap Av Conte aos Cadetes do terceiro ano da AFA (2022), durante o Estágio Preparatório para Instrução Básica

Em função da modernização ser um projeto recente, levando em consideração a data de confecção desta pesquisa, não existe uma vasta gama de estudos acerca dos resultados obtidos no íterim da instrução. No entanto, no ano de 2023 foi realizada uma pesquisa pelo Coronel Aviador Augusto Saciloto Cavichioli, ex-instrutor de voo da AFA, que obteve

resultados bastante positivos quanto ao desempenho dos cadetes na utilização dos instrumentos de voo.

Apesar do estudo supracitado abordar o tema através de uma óptica a nível estratégico da Força, são realizadas entrevistas com INs que vivenciaram a instrução tanto no período que antecedeu a modernização, quanto atualmente. No tangente à pesquisa de opinião com instrutores, foi unânime a percepção de melhora na instrução e na operacionalidade no período pós modernização.

No que é afeto ao desempenho dos cadetes, a pesquisa analisou graus atribuídos em missões da fase de Navegação IFR, sendo o emprego de aviônicos semelhante à fase de VI, antes e depois do emprego dos sistemas da Garmin. Com isso, constatou acréscimo significativo em graus 5 (BOM) e 6 (EXCELENTE), além do acréscimo na média geral das missões da fase.

Ainda no que se refere à instrução aérea, o desempenho obtido pelos cadetes nos voos é aferido, segundo a ICA 37-863 - Projeto Pedagógico de Curso Para o Curso de Formação de Oficiais Aviadores do ano de 2024, através de graus de 1 a 6, sendo esses:

- a) grau 1 (um) - PERIGOSO: Atribuído quando forem violadas, sem razão justificável, às normas da atividade aérea. Também quando for necessária a intervenção mecânica do instrutor de voo (IN) para evitar acidentes previsíveis, levando-se em consideração o nível de aprendizagem do aluno;
- b) grau 2 (dois) - DEFICIENTE: Atribuído quando, de acordo com o nível de aprendizagem da missão, o aluno for julgado incapaz de atingir os requisitos necessários para prosseguir para a próxima missão, tendo este que realizar uma nova missão nos mesmos níveis para que prossiga no curso;
- c) grau 3 (três) - SATISFATÓRIO NOS MÍNIMOS: Atribuído quando, conforme os níveis de aprendizagem, o aluno necessitar de muito treinamento para atingir os mínimos aceitáveis para a missão;
- d) grau 4 (quatro) - SATISFATÓRIO: Atribuído quando o aluno, apesar de apresentar erros aceitáveis, atingir o nível previsto mediante treinamento;
- e) grau 5 (cinco) - BOM: Atribuído quando o nível exigido na missão for atingido com pouco treinamento e apresentando o aluno poucos erros;
- f) grau 6 (seis) - EXCELENTE: Atribuído quando o discente demonstrar excelente domínio da aeronave, atingindo ou até superando os níveis previstos para a missão, devendo este ser homologado pelo comandante do EIA.

Os níveis de aprendizagem citados acima referem-se aos níveis: PR (preparação/percepção), RO (resposta orientada), RM (resposta mecânica) e RC (resposta complexa), empregados a fim de cadenciar a curva de aprendizado dos alunos na aplicação e execução de exercícios em voo.

2 METODOLOGIA

No que tange à metodologia, este trabalho buscou realizar uma análise geral e contextualização histórica do conceito de Voo por Instrumentos, apontando suas principais características e aplicações. Segundo Severino (2007), a revisão bibliográfica é fundamental em trabalhos acadêmicos, pois permite uma compreensão aprofundada do tema ao relacionar diferentes fontes e perspectivas.

Sendo assim, foi realizada uma revisão bibliográfica e documental nos anos de 2023 e 2024, utilizando livros e artigos de variados acervos, como a biblioteca virtual BIA (Biblioteca Integrada da Aeronáutica) e a plataforma acadêmica SciELO, por exemplo. Foram abordados diversos textos sobre o assunto, expondo assim os métodos mais utilizados do voo IFR e suas respectivas finalidades.

Além disso, foram trazidos à tona resultados da utilização de aviônicos tecnologicamente avançados na aviação geral, na figura da tese de mestrado defendida por Catherine E. Smith, pela Universidade do Estado de Ohio. Dessa forma, tornou-se possível estabelecer um paralelo com a instrução ministrada na Academia da Força Aérea.

Segundo Gil (2008), a pesquisa qualitativa permite uma análise detalhada e interpretativa, essencial para compreender fenômenos complexos. Neste contexto, foi realizada uma pesquisa qualitativa de natureza aplicada que, segundo Denzin e Lincoln (2006), envolve uma análise interpretativa do mundo, não sendo possível mensurar, de forma numérica, os resultados obtidos. Através do manual da aeronave T-27M foram elencados os novos sistemas utilizados na cabine. Além disso, a definição de *glass-cockpit* teve como embasamento o estudo sobre a aplicação do sistema em aeronaves de pequeno porte, da *National Transportation Safety Board*, com a finalidade de comprovar o enquadramento do painel da aeronave abordada na descrição do objeto de estudo dos artigos.

Também abordam os artigos descritos no parágrafo anterior sobre a apresentação de pilotos em instrução às aeronaves com aviônicos modernos. A partir dessa análise, foram

enquadrados os resultados no preconizado pela instrução na AFA, através do Manual de Procedimentos (MAPRO), do PIMO e de documentos oficiais da FAB.

Artigos anteriores relativos ao 1º EIA e à instrução de voo, como o trabalho de conclusão do Curso Avançado de Comando e Estado-Maior do Ten Cel Av Saciloto, por exemplo, fizeram-se fundamentais para a compreensão e desenvolvimento da análise acerca da aplicabilidade da aeronave modernizada. Neste caso, sendo feita uma exceção à natureza qualitativa da pesquisa, mediante utilização de uma comparação direta dos graus obtidos por cadetes antes e depois da modernização em questão.

Ainda acerca da tese de Cavichioli (2023), o estudo contempla entrevistas realizadas diretamente a oficiais aviadores e instrutores de voo da AFA, fazendo-se mister para a contextualização do tema. Com fundamentação analítica da literatura e documentos do assunto, são apresentadas as principais funcionalidades e a aplicabilidade do *glass-cockpit* na instrução de VI, comparando com as utilizadas previamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O conjunto de dados supracitados abre espaço para a discussão acerca da validade da aplicação do painel modernizado na instrução aérea do 1º EIA. A obsolescência dos painéis analógicos no contexto mundial e o fato dos procedimentos IFR estarem em constante evolução, apontam em direção à necessidade dos equipamentos também requererem atualizações.

Conforme diz o PPOA e o Projeto Pedagógico de Curso para o Curso de Formação de Oficiais Aviadores, uma das capacidades do oficial aviador deve ser a de: “planejar e realizar missões aéreas, tanto para o tempo de paz, quanto àquelas voltadas para o combate, visando o emprego do componente militar do Poder Aeroespacial, de forma independente ou nas missões conjuntas” (Brasil, 2012, p. 12). Para tanto, faz-se mister que o Aspirante a Oficial Aviador tenha o conhecimento técnico e teórico para planejar rotas também sob regras IFR, o que é aprendido no último ano do cadete, no curso básico.

No que se refere à instrução, o estudo realizado pelo Ten Cel Saciloto avaliou os graus obtidos na fase de navegação por instrumentos dos cadetes antes e depois da modernização. A análise, como já referenciada nesta pesquisa, apresentou resultados que corroboram com o pensamento de que a utilização de aviônicos avançados, na figura dos sistemas Garmin, auxiliam positivamente na aplicação e aprendizado do voo por instrumentos.

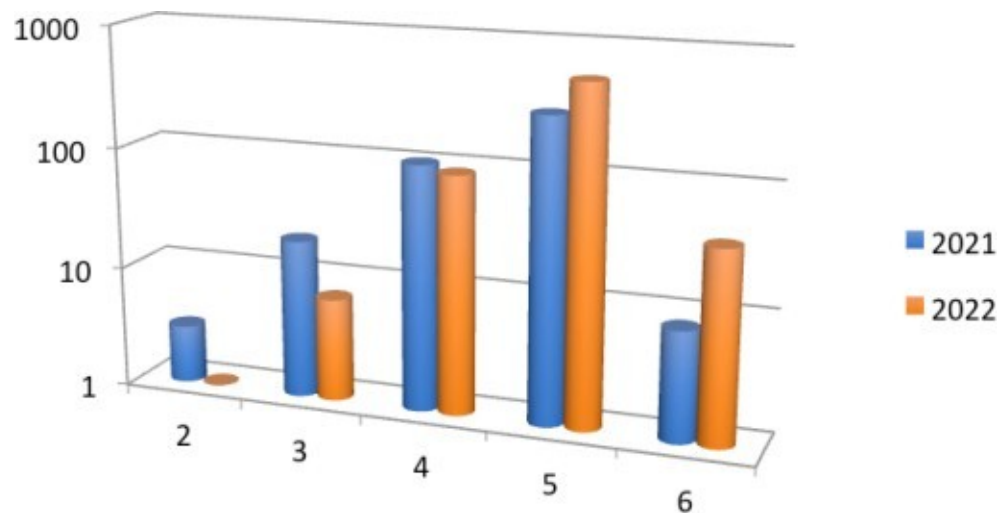


Gráfico 1 Quantidade de graus por ano
Fonte Cavichioli (2023).

Sendo 2021 o ano anterior à implementação do T-27M na instrução do 1º EIA, e o seguinte o primeiro em que houve seu emprego completo no curso, constata-se um significativo crescimento nos graus 5 e 6, fato que corresponde à um aumento de 0,23 na média aritmética geral dos resultados obtidos em cada ano.

Ainda na pesquisa citada nos parágrafos anteriores, foi feito um questionário para os instrutores, sendo uma das afirmativas a seguinte:

A partir do ano de 2022, a aeronave modelo Embraer 312 (T-27), utilizada na instrução básica do CFOAV, foi modernizada com novos sistemas embarcados. De acordo com a DCA 11-45 Concepção Estratégica Força Aérea 100, os meios de Força Aérea deverão ser ajustados aos novos tempos, buscando uma melhor eficiência na operação através de um processo contínuo de desenvolvimentos das capacidades. Portanto, houve uma melhora na eficiência da operação e processo de aprendizagem após a modernização do T27. (Cavichioli, 2023, p. 21)

A resposta obtida foi que 100% dos instrutores entrevistados concordaram total ou parcialmente com a assertiva, o que corrobora para o entendimento do *glass-cockpit* como uma melhoria no processo de aprendizagem.

Dessa forma, podemos afirmar que a instrução aérea na FAB evoluiu, convergindo com as práticas tecnológicas aplicadas na aviação global. A análise dos resultados mostra que o desempenho dos cadetes não foi prejudicado pelas inovações implementadas. Este avanço reflete a adaptação da FAB às novas tecnologias, diminuindo a lacuna entre a instrução tradicional e as exigências modernas da aviação.

Esses resultados são bastante positivos para a formação dos futuros oficiais aviadores da FAB. A capacitação no uso de aviônicos modernos, sem prejuízo no aprendizado do voo por instrumentos, tem permitido a formação de pilotos aptos a conduzir missões utilizando procedimentos IFR de maneira segura e eficiente. A integração de sistemas avançados e a familiarização com novas tecnologias aeronáuticas aumentam a competência operacional dos cadetes, preparando-os melhor para os desafios da aviação contemporânea.

Outra conclusão observada é que o processo de aprendizagem como um todo sofreu uma evolução. A facilidade percebida pelos cadetes resulta não apenas da introdução de tecnologias avançadas, mas também da qualificação contínua dos instrutores. Estando estes bem preparados, tornam-se capazes de transmitir conhecimentos complexos de maneira eficaz, tornando o aprendizado mais acessível e compreensível para os cadetes. Isso cria um ambiente de ensino mais dinâmico e atualizado, essencial para a formação de pilotos competentes e confiantes.

Contudo, é importante notar que, embora a FAB tenha avançado significativamente, a capacidade de acompanhar futuros avanços tecnológicos dependerá de diversos fatores. A aceitação de novos recursos pela plataforma T-27 é um aspecto crucial, já que a integração de novas tecnologias deve ser compatível com as limitações da aeronave. Além disso, os custos associados a possíveis modernizações representam um desafio significativo. A implementação de novas tecnologias exige investimentos contínuos em infraestrutura, treinamento e atualização de equipamentos, o que pode ser restringido por limitações orçamentárias.

Em suma, a evolução da instrução aérea na FAB mostra um caminho promissor, mas é necessário um planejamento estratégico cuidadoso para garantir que esses avanços sejam sustentáveis e alinhados com as necessidades futuras da aviação militar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os impactos trazidos pela implementação do glass-cockpit na instrução aérea da AFA, com enfoque na instrução de voo por instrumentos para cadetes do 4º ano do CFOAv.

Nesta pesquisa, foram abordados tópicos a título de contextualização no que tange à modernização de aviônicos em um panorama geral, trazendo à tona sua incontestável

importância para a evolução da aviação como um todo. Aspectos como precisão, confiabilidade dos instrumentos e até mesmo a segurança de voo mostram-se afetados positivamente por tal avanço tecnológico.

Também foi evidenciada nesta pesquisa a necessidade de uma instituição de ensino voltada à atividade aérea de se manter atualizada em sua instrução. No caso, foram utilizados como balizadores para tais conclusões documentos que regem as demandas operacionais de um oficial aviador da FAB, visto que este é o produto a ser obtido após o Curso Básico na aeronave T-27M.

Após a revisão bibliográfica, constatou-se que, devido à hodiernidade do emprego da aeronave modernizada na instrução no 1º EIA, não existe grande quantidade de artigos que abordam o assunto com tamanho enfoque no objetivo desta pesquisa. No entanto, ainda assim, pôde ser observado grande aproveitamento no espaço amostral de dois anos de emprego, com resultados bastante positivos pelos instrutores de voo entrevistados no período, o que é um forte indicativo de que a tendência se manterá nos anos subsequentes.

No que diz respeito aos resultados obtidos pelos alunos do curso (cadetes), o acréscimo de 0,23 na média dos graus obtidos na fase de Navegação IFR reflete diretamente na fase de Voo por Instrumentos propriamente dita, comprovando que a interface de aviônicos modernizados auxiliou no aprendizado e aplicação na fase do curso abordada por este trabalho.

Portanto, conclui-se que houve impactos significativamente positivos no tangente à fase de VI, tanto por parte dos instrutores quanto dos cadetes, mostrando a eficiência do glass-cockpit e a elevação operacional obtida por seu emprego, o que é de grande interesse para a Força Aérea Brasileira.

Apesar de a implementação de uma aviônica modernizada ser um processo lento e trabalhoso, como aponta a pesquisa, sua correta execução traz benefícios na aprendizagem e aplicação de procedimentos atualizados, o que é fundamental para a constante evolução da atividade aérea no Brasil e no mundo.

Com isso, este trabalho contribui com o incentivo a estudos na área da modernização da instrução aérea e de tecnologia embarcada, a fim de obter resultados continuamente aprimorados no que diz respeito à formação de pilotos mais eficazes e seguros.

REFERÊNCIAS

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. IS N° 91-001: Aprovação operacional de navegação baseada em desempenho (PBN). 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-001>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. Academia da Força Aérea. Academia da Força Aérea celebra término do Estágio Básico na Aeronave T-27M. 2022. Disponível

em:

<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/40085/TREINAMENTO%20-%20Academia%20da%20For%C3%A7a%20A%C3%A9rea%20celebra%20t%C3%A9rmino%20do%20Est%C3%A1gio%20B%C3%A1sico%20na%20Aeronave%20T-27M>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. Academia da Força Aérea. Sobre a AFA, 2023. Histórico. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/afa/index.php/sobre-a-afa#:~:text=Pelo%20Decreto%20no%2012.167%2C%20de,fim%20de%20equipar%20aquela%20Escola>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa. Manual de voo da aeronave suplementar. Lagoa Santa: Divisão Técnica, 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. MCA 36-7 PERFIL PROFISSIONAL DOS OFICIAIS DA AERONÁUTICA. PORTARIA COMGEP N° 954/7EM, de 1° de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Pessoal. Academia da Força Aérea. Divisão de Operações Aéreas. Programa de Instrução e Manutenção Operacional da Academia da Força Aérea. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. Programa de Instrução e Manutenção Operacional (PIMO). Pirassununga: AFA, 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Ensino da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. Projeto Pedagógico de Curso para o Curso de Formação de Oficiais Aviadores. Pirassununga: AFA, 2024.

CAVICHIOILLI, Augusto Saciloto. A Influência da Modernização do T-27 na Capacidade de Navegação dos Futuros Pilotos Militares: Uma Análise sob a Óptica Estratégica. Rio de Janeiro, 2023.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Planejamento da Pesquisa Qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FAY, C. M.; FONTES, R. S. O papel do Aero clube do Brasil na construção de uma política nacional de aviação brasileira (1911-1972). História (São Paulo), [S.L.], v. 36, p. 1-35. FapUNIFESP (SciELO), 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-436920170000000005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/his/a/qk9RLTKq5Z6BWPv5rGVd8TJ/?lang=pt#:~:text=A%20e%20sc>

[olha%20do%20Aeroclube%20do,onde%20pudesse%20exercer%20suas%20atividades.](#)

Acesso em: 22 Ago. 2023.

FLORES JUNIOR, Jackson. **Aeronaves Militares Brasileiras 1916-2015**. Rio de Janeiro: Action Editora, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

HELFRICK, Albert. **Principles of Avionics**. 2. ed. Leesburg: Avionics Communications, 2002.

JOHNSTON, J. **Avionics for the Pilot**. Shrewsbury: Airlife Publishing, 1998.

NAPOLEÃO, Aluizio. **Santos-Dumont e a conquista do ar**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1957. Disponível

em: <https://bdor.sibi.ufrj.br/bitstream/doc/67/1/295%20PDF%20-%20OCR%20-%20RED.pdf>.

Acesso em: 22 Ago. 2023.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft**. Safety Study NTSB/SS-10/01. Washington, DC, 2010.

Disponível em: <https://www.nts.gov/safety/safety-studies/Documents/SS1001.pdf>.

Acesso em: 15 Jun. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SMITH, Catherine E. **Glass Cockpit Transition Training in Collegiate Aviation: Analog to Digital**. Bowling Green State University, 2008.